

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-112381

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

H04R 3/00

G01S 5/18

G10K 15/00

(21)Application number : 2000-303870

(71)Applicant : MELCO INC

(22)Date of filing : 03.10.2000

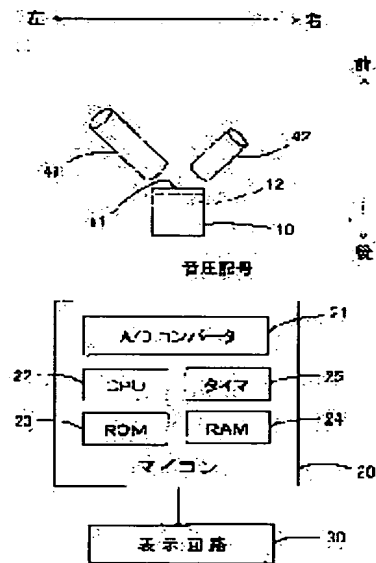
(72)Inventor : ISHIDOSHIRO TAKASHI

**(54) SOUND SOURCE POSITION ESTIMATE DEVICE AND SOUND SOURCE POSITION ESTIMATION METHOD**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sound source position estimate device and a sound source position estimation method that can estimate the position of a sound source without the need for using a plurality of sound pressure detection means such as microphones.

**SOLUTION:** The sound source position estimate device consists of a sound pressure detection means that detects a sound pressure of a sound wave emitted from a sound source, a sound pressure change means that is provided to an input section of the sound pressure detection means, changes a sound pressure with a 1st frequency included in the sound wave from a prescribed direction, and a sound source position estimate means that uniformarizes the sound pressure detected by the sound pressure detection means, obtains a degree of effect of a change in the sound pressure from the uniformarized sound pressure, and estimates the position of the sound source on the basis of the degree of effect and a relation of position of the sound pressure change means. Through the configuration above, the device can estimate the position of the sound source without the need for using a plurality of the sound pressure detection means.



10...マイクアンプ  
11...入力部  
12...出力部  
41...音波  
42...スピーカ

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

10

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-112381  
(P2002-112381A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 R 3/00	3 2 0	H 0 4 R 3/00	5 D 0 2 0
G 0 1 S 5/18		G 0 1 S 5/18	5 J 0 8 3
G 1 0 K 15/00		G 1 0 K 15/00	L

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-303870(P2000-303870)

(22) 出願日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(71) 出願人 390040187

株式会社メルコ

愛知県名古屋市中区大須4丁目11番50号

(72) 発明者 石徹白 敬

名古屋市中村区名駅南一丁目23番1号 株式会社メルコ名駅オフィスセンター第3内

(74) 代理人 100096703

弁理士 横井 俊之

Fターム(参考) 5D020 BB04

5J083 AA05 AB12 AC32 AD02 AE08

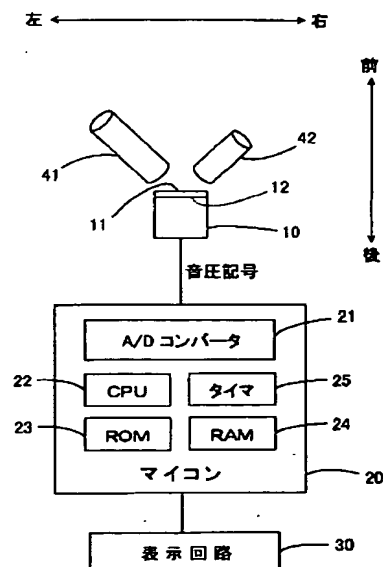
AF01 BE14 BE43 CA10

(54) 【発明の名称】 音源位置推定装置および音源位置推定方法

(57) 【要約】

【課題】 複数のマイクロフォンが必要であった。

【解決手段】 音源から発せられた音波の音圧を検出する音圧検出手段と、この音圧検出手段の入力部に設けられて所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる音圧変換手段と、音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと音圧変換手段の位置関係から音源の位置を推定する音源位置推定手段とから構成した。上記構成により、音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能となる。



10…マイクロフォン  
11…入力部  
12…振動板  
41, 42…受音管

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音源から発せられた音波の音圧を検出する音圧検出手段と、

この音圧検出手段の入力部に設けられて所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる音圧変化手段と、

上記音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から上記第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと上記音圧変化手段の位置関係から上記音源の位置を推定する音源位置推定手段とを具備することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 2】 上記請求項 1 に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧検出手段は、マイクロフォンであることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 3】 上記請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記音源位置推定手段は、

上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに均す処理を行って第一の音圧均し量を求め、同音圧から別途音圧信号を同所定時間取得するとともに均す処理を行って第二の音圧均し量を求める音圧均し手段と、

上記第一の音圧均し量と上記第二の音圧均し量との割合を上記影響度合いとして、上記音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する推定手段とを具備することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 4】 上記請求項 3 に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧均し手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数とは異なる第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を上記所定時間取得するとともに均す処理を行って上記第二の音圧均し量を求めることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 5】 上記請求項 3 または請求項 4 のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記音圧均し手段は、上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに加算して上記第一の音圧均し量を求め、上記第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を同所定時間取得するとともに加算して上記第二の音圧均し量を求めることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 6】 上記請求項 5 に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧均し手段は、

上記音圧検出手段にて検出された音圧をデジタルの音圧データに変換するデジタル変換手段と、

上記音圧データから上記第一の周波数を含む周波数帯域のデータと上記第二の周波数を含む周波数帯域のデータ

とを所定時間、定期的に取得し、得られるそれぞれの時系列データを加算して上記第一および第二の音圧均し量を求める加算手段とを具備することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 7】 上記請求項 3～請求項 6 のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記音圧変化手段とは別の所定方向からの音波に含まれる上記第二の周波数の音圧を変化させる第二音圧変化手段が設けられていることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 8】 上記請求項 7 に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧変化手段は、上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を共振させる第一の共鳴体を備え、

上記第二音圧変化手段は、上記別の所定方向からの上記第二の周波数を共振させる第二の共鳴体を備えることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 9】 上記請求項 8 に記載の音源位置推定装置において、

上記第一の共鳴体と上記第二の共鳴体とは、異なる長さの共鳴管で形成されていることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 10】 上記請求項 7 に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧変化手段は、上記音波を反射させるとともに、上記音圧検出手段の入力部との間で上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を共振させる位置とされた第一の反射体を備え、

上記第二音圧変化手段は、上記音波を反射させるとともに、上記入力部との間で上記別の所定方向からの上記第二の周波数の音波を共振させる位置とされた第二の反射体を備えることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 11】 上記請求項 8～請求項 10 のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記推定手段は、上記第二の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも大きいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第一の音圧均し量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも大きいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項 12】 上記請求項 8～請求項 10 のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記音圧均し手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一および第二の周波数とは異なる第三の周波数を含む周波数帯域の音圧データを上記所定時間取得するとともに均す処理を行って第三の音圧均し量を求め、

上記推定手段は、上記第三の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも大きいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第三の音圧均し

量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも大きいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項13】 上記請求項7に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧変化手段は、上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を吸収する第一の吸音材を備え、

上記第二音圧変化手段は、上記別の所定方向からの上記第二の周波数の音波を吸収する第二の吸音材を備えることを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項14】 上記請求項13に記載の音源位置推定装置において、

上記推定手段は、上記第二の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも小さいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第一の音圧均し量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも小さいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項15】 上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の音源位置推定装置において、

上記音源位置推定手段は、

上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第一の音圧変化量を求め、同音圧から別途音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第二の音圧変化量を求める音圧変化量演算手段と、

上記第一の音圧変化量と上記第二の音圧変化量との割合を上記影響度合いとして、上記音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する推定手段とを具備することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項16】 上記請求項15に記載の音源位置推定装置において、

上記音圧変化量演算手段は、

上記音圧検出手段にて検出された音圧を所定の周波数帯域毎にデジタルの音圧データに変換するデジタル変換手段と、

上記音圧データから上記第一の周波数を含む周波数帯域のデータと上記第二の周波数を含む周波数帯域のデータとを取得し、得られたそれぞれの時系列データから近似式を作成して上記第一および第二の音圧変化量を求める変化量算出手段とを具備することを特徴とする音源位置推定装置。

【請求項17】 音源から発せられた音波の音圧を検出する音圧検出手段と、この音圧検出手段の入力部に設けられて所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる音圧変化手段とを備え、上記音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から上記第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと上記音圧変化手段の位置関係から上記音源の

位置を推定することを特徴とする音源位置推定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音源位置推定装置および音源位置推定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の音源位置推定装置は、音圧検出手段として複数のマイクロフォンを備えるとともに、これらのマイクロフォンに対応して設けられて音圧信号から周波数帯域を分割する帯域フィルタ回路と、分割された音圧信号から音源の位置を推定する演算回路とを備えている。この音源位置推定装置は、人間の話声等の音源からの音波による音圧を複数箇所に配置されたマイクロフォンで検出し、帯域フィルタ回路でそれぞれ音圧信号から周波数帯域を分割し、演算回路で音波の位相差や音圧差を求めるとともに所定の演算を行って音源の位置を推定している。また、特開2000-4495号公報に開示されたものでは、複数のマイクロフォンを自由に配置して音源の位置を推定している。

10

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の音源位置推定装置においては、以下のような課題があった。すなわち、両者とも複数のマイクロフォンが必要であった。そのため、音波の位相差や音圧差を求めるためにマイクロフォンどうしの間隔を大きくとる必要があったり、高度な演算装置を備える必要があったりした。本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、マイクロフォンのような音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能な音源位置推定装置および音源位置推定方法の提供を目的とする。

30

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、音源から発せられた音波の音圧を検出する音圧検出手段と、この音圧検出手段の入力部に設けられて所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる音圧変化手段と、上記音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から上記第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと上記音圧変化手段の位置関係から上記音源の位置を推定する音源位置推定手段とを具備する構成としてある。

40

【0005】

上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、音圧検出手段は、音源から発せられた音波の音圧を検出する。その際、音圧検出手段の入力部に設けられた音圧変化手段は、所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる。すると、音源位置推定手段は、音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から上記第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと上記音圧変化手段の位置関係から上記音源の位置を推定する。

50

【0006】ここで、音源から発せられる音波の周波数分布は変動していることが多いが、音圧を均すと一定の周波数分布となることが多い。例えば、音源が人間の話し声である場合、細かく変動する周波数分布となっている。しかし、音圧を均すと、変動する周波数分布は均され、一定の分布となる。なお、成人の話し声では、性別に関わらず400Hz近傍でピークを有する周波数分布となることが知られている。すなわち、一定の周波数分布となる均した音圧を用いると、音圧変化手段によるこの周波数分布の変化を検出することができるので、第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求めることが可能である。すなわち、上記構成にて音源の位置を推定することができる。したがって、音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能となる。

【0007】ここで、音圧検出手段は、音源から発せられて音圧変化手段にて変化させられた音波の音圧を検出することができればよい。その構成の一例として、請求項2にかかる発明は、上記請求項1に記載の音源位置推定装置において、上記音圧検出手段は、マイクロフォンである構成としてある。すなわち、音圧検出手段にマイクロフォンを用いても同様の効果が得られるので、簡易な構成で音源の位置を推定することが可能となる。ここで、マイクロフォンには、静電容量の変化を電圧として検出するコンデンサマイクロフォンやエレクトレットマイクロフォン、圧電効果を利用するセラミックマイクロフォン、電磁誘導を利用するダイナミックマイクロフォン等、様々なものを利用することができる。むしろ、音圧検出手段にマイクロフォンを用いるのは一例に過ぎず、マイクロフォンを用いずに音圧を検出する機構を組み立てて音圧検出手段としてもよい。

【0008】音源位置推定手段は、音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと音圧変化手段の位置関係から音源の位置を推定することができればよい。その構成の一例として、請求項3にかかる発明は、上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記音源位置推定手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに均す処理を行って第一の音圧均し量を求め、同音圧から別途音圧信号を同所定時間取得するとともに均す処理を行って第二の音圧均し量を求める音圧均し手段と、上記第一の音圧均し量と上記第二の音圧均し量との割合を上記影響度合いとして、上記音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する推定手段とを具備する構成としてある。

【0009】上記のように構成した請求項3にかかる発明においては、音圧均し手段は、音圧検出手段にて検出された音圧から第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに均す処理を行って第一の

音圧均し量を求める。また、同音圧から別途音圧信号を同所定時間取得するとともに均す処理を行って第二の音圧均し量を求める。すると、推定手段は、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合を上記影響度合いとして、音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する。

【0010】すなわち、音圧変化手段が第一の周波数の音圧を変化させる所定方向に音源がある場合、第一の音圧均し量は第一の周波数を含む周波数帯域の音圧を均したものである。ここで、音圧変化が第一の音圧均し量より小さくなるように第二の音圧均し量を求めると、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合から求まる音圧変化の影響度合いは、音圧変化手段による音圧変化の影響を大きく受けたものとなる。一方、音源が同所定方向ではない場合、第一の音圧均し量は音圧変化手段による音圧変化の影響が小さい。すると、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合から求まる音圧変化の影響度合いも、音圧変化手段による音圧変化の影響の小さいものとなる。そこで、影響度合いが音圧変化手段による音圧変化の影響を大きく受けている場合、音源の位置は上記所定方向と推定することができる。一方、影響度合いが音圧変化手段による音圧変化の影響の小さいものである場合、音源の位置は上記所定方向ではないと推定することができる。したがって、音源の位置を推定することが可能である。

【0011】ここで、第二の音圧均し量は、全周波数の音圧を均したものであってもよいし、一部の周波数帯域の音圧を均したものであってもよい。一部の周波数帯域の音圧を均して第二の音圧均し量とする構成の一例として、請求項4にかかる発明は、上記請求項3に記載の音源位置推定装置において、上記音圧均し手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数とは異なる第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を上記所定時間取得するとともに均す処理を行って上記第二の音圧均し量を求める構成としてある。上記のように構成した請求項4にかかる発明においては、第二の音圧均し量は、音波の音圧を変化させる第一の周波数とは異なる第二の周波数を含む周波数帯域の音圧を均したものである。すなわち、第二の音圧均し量は、第一の周波数の音圧変化の影響が少ない。したがって、より確実に音圧変化の影響度合いを求めて音源の位置を推定することができる。

【0012】また、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量を求める構成の一例として、請求項5にかかる発明は、上記請求項3または請求項4のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記音圧均し手段は、上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに加算して上記第一の音圧均し量を求め、上記第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を同所定時間取得するとともに加算して上記第二の音圧均し量を求

める構成としてある。

【0013】上記のように構成した請求項5にかかる発明においては、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量はそれぞれ第一、第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに加算して求められる。すなわち、簡易な構成で第一、第二の音圧均し量を求めて音源の位置を推定することができる。むしろ、第一、第二の音圧均し量を加算して求めるのは一例に過ぎない。例えば、音圧信号を所定時間取得するとともに平均して第一、第二の音圧均し量としてもよく、様々な構成が可能である。

【0014】さらに、音圧信号を加算して第一、第二の音圧均し量求める音圧均し手段の構成の一例として、請求項6にかかる発明は、上記請求項5に記載の音源位置推定装置において、上記音圧均し手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧をデジタルの音圧データに変換するデジタル変換手段と、上記音圧データから上記第一の周波数を含む周波数帯域のデータと上記第二の周波数を含む周波数帯域のデータとを所定時間、定期的に取り得し、得られるそれぞれの時系列データを加算して上記第一および第二の音圧均し量を求める加算手段とを具備する構成としてある。

【0015】上記のように構成した請求項6にかかる発明においては、デジタル変換手段は、音圧検出手段にて検出された音圧を所定の周波数帯域毎にデジタルの音圧データに変換する。すると、加算手段は、音圧データから第一の周波数を含む周波数帯域のデータと第二の周波数を含む周波数帯域のデータとを所定時間、定期的に取り得し、得られるそれぞれの時系列データを加算して第一、第二の音圧均し量を求める。

【0016】したがって、求められた第一、第二の音圧均し量を用いて、推定手段は音源の位置が上記所定方向かどうかを推定することが可能である。むしろ、音圧均し手段をデジタル変換手段と加算手段とで構成するのは一例に過ぎない。例えば、アナログの音圧信号を周波数帯域別に一定時間加算する加算回路や、同じくアナログの音圧信号を周波数帯域別に平均する平均化回路を用いてもよく、その構成は様々可能である。

【0017】ところで、第二の周波数の音圧を変化させる構成としてもよく、その一例として、請求項7にかかる発明は、上記請求項3～請求項6のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記音圧変化手段とは別の所定方向からの音波に含まれる上記第二の周波数の音圧を変化させる第二音圧変化手段が設けられている構成としてある。

【0018】上記のように構成した請求項7にかかる発明においては、第二音圧変化手段は、音圧変化手段とは別の所定方向からの音波に含まれる第二の周波数の音圧を変化させる。すなわち、第二音圧変化手段が第二の周波数の音圧を変化させる別の所定方向に音源がある場

合、第一の音圧均し量は第一の周波数を含む周波数帯域の音圧を均したものであるため音圧変化の影響は小さい。一方、第二の音圧均し量は音圧変化の影響が大きい。すると、音圧変化の影響度合いである第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合から求まる音圧変化の影響度合いは、第一の音圧均し量の影響をより小さくする方向に変わる。したがって、より確実に音源の位置を推定することができる。

【0019】また、音圧変化手段と第二音圧変化手段の一例として、請求項8にかかる発明は、上記請求項7に記載の音源位置推定装置において、上記音圧変化手段は、上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を共振させる第一の共振体を備え、上記第二音圧変化手段は、上記別の所定方向からの上記第二の周波数を共振させる第二の共振体を備える構成としてある。上記のように構成した請求項8にかかる発明においては、第一の共振体は上記所定方向からの音波に含まれる第一の周波数の成分を共振させて増幅させ、第二の共振体は上記別の所定方向からの音波に含まれる第二の周波数の成分を共振させて増幅させる。すなわち、音圧変化手段と第二音圧変化手段とを簡易に構成することができる。

【0020】さらに、第一、第二の共振体の構成の一例として、請求項9にかかる発明は、上記請求項8に記載の音源位置推定装置において、上記第一の共振体と上記第二の共振体とは、異なる長さの共振管で形成されている構成としてある。上記のように構成した請求項9にかかる発明においては、共振管は、長さに応じて異なる共振周波数を有する。すなわち、第一、第二の周波数を共振周波数とするように共振管の長さを設定すると、第一、第二の周波数を共振させることができる。したがって、第一、第二の共振体を簡易に構成することができる。

【0021】例えば、両端開口の共振管である場合、共振管の長さを $L$ 、音速を $c$ とすると、共振周波数の基本周波数は $c/2L$ で与えられる。したがって、第一、第二の周波数がこの共振周波数の基本周波数となるように共振管の長さ $L$ を設定すればよい。むしろ、共振体に共振管を用いるのは一例に過ぎない。例えば、振動可能な円形膜等を用いてもよく、様々なものが適用可能である。

【0022】また、上述のように共振現象を利用する別の一例として、請求項10にかかる発明は、上記請求項7に記載の音源位置推定装置において、上記音圧変化手段は、上記音波を反射させるとともに、上記音圧検出手段の入力部との間で上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を共振させる位置とされた第一の反射体を備え、上記第二音圧変化手段は、上記音波を反射させるとともに、上記入力部との間で上記別の所定方向からの上記第二の周波数の音波を共振させる位置とされた第二の反射体を備える構成としてある。

【0023】上記のように構成した請求項10にかかる発明においては、第一の反射体は上記所定方向からの音波に含まれる第一の周波数の成分を音圧検出手段の入力部との間で共振させて増幅させ、第二の共鳴体は上記別の所定方向からの音波に含まれる第二の周波数の成分を音圧検出手段の入力部との間で共振させて増幅させる。すなわち、この場合でも音圧変化手段と第二音圧変化手段が構成される。

【0024】上述の共鳴体や反射体を利用すると、上記所定方向からの第一の周波数の音波と上記別の所定方向からの第二の周波数の音波とが共振により増幅されるので、音源が上記所定方向にある場合は第一の音圧均し量が大きくなり、音源が上記別の所定方向にある場合は第二の音圧均し量が大きくなる。この関係を利用して音源の位置を推定する一例として、請求項11にかかる発明は、上記請求項8～請求項10のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記推定手段は、上記第二の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも大きいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第一の音圧均し量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも大きいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定する構成としてある。

【0025】上記のように構成した請求項11にかかる発明においては、上記所定方向に音源がある場合、第一の音圧均し量は大きくなる方向に変化し、第二の音圧均し量はほとんど変化しない。そこで、第二の音圧均し量に対する第一の音圧均し量の割合は大きくなる。したがって、この割合が所定割合よりも大きいときは上記所定方向が音源の位置と推定される。一方、上記別の所定方向に音源がある場合、第二の音圧均し量は大きくなる方向に変化し、第一の音圧均し量はほとんど変化しない。そこで、第一の音圧均し量に対する第二の音圧均し量の割合は大きくなる。したがって、この割合が所定割合よりも大きいときは上記別の所定方向が音源の位置と推定される。すなわち、上述の作用により音源の位置を推定することが可能である。

【0026】また、第一、第二の周波数以外の周波数を含む周波数帯域の音圧を音源位置の推定に利用してもよく、その構成の一例として、請求項12にかかる発明は、上記請求項8～請求項10のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記音圧均し手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一および第二の周波数とは異なる第三の周波数を含む周波数帯域の音圧データを上記所定時間取得するとともに均す処理を行って第三の音圧均し量を求め、上記推定手段は、上記第三の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも大きいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第三の音圧均し量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも大きいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定する構成としてある。

【0027】上記のように構成した請求項12にかかる発明においては、上記所定方向または別の所定方向に音源がある場合、第三の音圧均し量はほとんど変化しない。そこで、第三の音圧均し量に対する第一または第二の音圧均し量の割合は大きくなる。したがって、この割合が所定割合よりも大きいときは上記所定方向または別の所定方向が音源の位置と推定される。

【0028】上述の音圧変化手段を構成する共鳴体や反射体は第一、第二の周波数の音波を共振させて増幅させたが、同音圧変化手段は第一、第二の周波数の音波の音圧を減少させてもよい。その構成の一例として、請求項13にかかる発明は、上記請求項7に記載の音源位置推定装置において、上記音圧変化手段は、上記所定方向からの上記第一の周波数の音波を吸収する第一の吸音材を備え、上記第二音圧変化手段は、上記別の所定方向からの上記第二の周波数の音波を吸収する第二の吸音材を備える構成としてある。上記のように構成した請求項13にかかる発明においては、第一の吸音材は上記所定方向からの音波に含まれる第一の周波数の成分を吸収して減少させ、第二の吸音材は上記別の所定方向からの音波に含まれる第二の周波数の成分を吸収して減少させる。すなわち、この場合でも音圧変化手段と第二音圧変化手段が構成される。

【0029】また、上述の関係を利用して音源の位置を推定する一例として、請求項14にかかる発明は、上記請求項13に記載の音源位置推定装置において、上記推定手段は、上記第二の音圧均し量に対する上記第一の音圧均し量の割合が所定割合よりも小さいときに上記所定方向を音源の位置と推定し、上記第一の音圧均し量に対する上記第二の音圧均し量の割合が別の所定割合よりも小さいときに上記別の所定方向を音源の位置と推定する構成としてある。

【0030】上記のように構成した請求項14にかかる発明においては、上記所定方向に音源がある場合、第一の音圧均し量は大きくなる方向に変化し、第二の音圧均し量はほとんど変化しない。そこで、第二の音圧均し量に対する第一の音圧均し量の割合は小さくなる。したがって、この割合が所定割合よりも小さいときは上記所定方向が音源の位置と推定される。一方、上記別の所定方向に音源がある場合、第二の音圧均し量は小さくなる方向に変化し、第一の音圧均し量はほとんど変化しない。そこで、第一の音圧均し量に対する第二の音圧均し量の割合は小さくなる。したがって、この割合が所定割合よりも小さいときは上記別の所定方向が音源の位置と推定される。むろん、音圧変化手段に吸音材を用いる場合でも、上述の第三の音圧均し量を利用して音源の位置を推定することができることはいうまでもない。

【0031】ところで、音圧を均す際、音圧の変化を求めるように均すことも可能である。その一例として、請求項15にかかる発明は、上記請求項1または請求項2



のいずれかに記載の音源位置推定装置において、上記音源位置推定手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧から上記第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第一の音圧変化量を求め、同音圧から別途音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第二の音圧変化量を求める音圧変化量演算手段と、上記第一の音圧変化量と上記第二の音圧変化量との割合を上記影響度合いとして、上記音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する推定手段とを具備する構成としてある。

【0032】上記のように構成した請求項15にかかる発明においては、音圧変化量演算手段は、音圧検出手段にて検出された音圧から第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第一の音圧変化量を求める。また、同音圧から別途音圧信号を取得するとともに均しながら時間当たりの変化量である第二の音圧変化量を求める。すると、推定手段は、第一の音圧変化量と第二の音圧変化量との割合を上記影響度合いとして、上記音源の位置が上記所定方向かどうかを推定する。

【0033】すなわち、上記所定方向に音源がある場合、第一の音圧変化量は第一の周波数を含む周波数帯域の音圧の変化量であるので音圧変化手段による音圧変化の影響が大きい。ここで、音圧変化が第一の音圧変化量よりも小さくなるように第二の音圧変化量を求めると、第一の音圧変化量と第二の音圧変化量との割合から求まる音圧変化の影響度合いは音圧変化手段による音圧変化の影響を大きく受けている。一方、音源が同所定方向ではない場合、第一の音圧変化量は音圧変化手段による音圧変化の影響が小さいので、第一の音圧変化量と第二の音圧変化量との割合から求まる音圧変化の影響度合いも音圧変化手段による音圧変化の影響の小さいものとなる。そこで、影響度合いが音圧変化手段による音圧変化の影響を大きく受けているとき音源の位置は上記所定方向と推定することができ、影響度合いが音圧変化手段による音圧変化の影響の小さいものであるとき音源の位置は上記所定方向ではないと推定することができる。したがって、音圧の変化量を用いても音源の位置を推定することが可能である。

【0034】なお、第二の音圧変化量は、全周波数の音圧から求められてもよいし、請求項4、請求項5に記載の第二の音圧均し量のように一部の周波数帯域の音圧から求められてもよい。また、音圧変化手段には、請求項8～10、請求項13に記載の共鳴体、反射体、吸音材を利用することができる。さらに、音圧変化量演算手段の構成の一例として、請求項16にかかる発明は、上記請求項15に記載の音源位置推定装置において、上記音圧変化量演算手段は、上記音圧検出手段にて検出された音圧を所定の周波数帯域毎にデジタルの音圧データに変換するデジタル変換手段と、上記音圧データから上記第

一の周波数を含む周波数帯域のデータと上記第二の周波数を含む周波数帯域のデータとを取得し、得られたそれぞれの時系列データから近似式を作成して上記第一および第二の音圧変化量を求める変化量算出手段とを具備する構成としてある。

【0035】上記のように構成した請求項16にかかる発明においては、変化量算出手段は、第一の周波数を含む周波数帯域の音圧の時系列データと第一の周波数とは異なる第二の周波数を含む周波数帯域の音圧の時系列データとを取得し、近似式を作成する。そして、近似式から第一、第二の音圧変化量を求める。したがって、求められた第一、第二の音圧変化量を用いて、推定手段は音源の位置が上記所定方向かどうかを推定することが可能である。ここで、得られた時系列データから近似式を作成するのは様々な可能である。例えば、時間に対する音圧データを最小自乗法により近似の一次式を作成してもよいし、二次以上の回帰処理を行って二次以上の近似式を作成してもよい。すると、近似式の傾き成分から音圧の変化量を算出することが可能である。

【0036】このように音源の位置を推定する際の手法は、必ずしも実体のある装置に限られる必要もなく、その一例として、請求項17にかかる発明は、音源から発せられた音波の音圧を検出する音圧検出手段と、この音圧検出手段の入力部に設けられて所定方向からの音波に含まれる所定の第一の周波数の音圧を変化させる音圧変化手段とを備え、上記音圧検出手段にて検出された音圧を均し、均した音圧から上記第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと上記音圧変化手段の位置関係から上記音源の位置を推定する構成としてある。すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であり、請求項2～請求項16に記載された装置構成を当該方法に対応させることが可能であることは言うまでもない。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能な音源位置推定装置を提供することができる。また、請求項2にかかる発明によれば、音圧検出手段にマイクロフォンを用いても同様の効果が得られるので、簡易な構成で音源の位置を推定することが可能となる。さらに、請求項3にかかる発明によれば、音源位置推定手段の一例を提供することができる。さらに、請求項4にかかる発明によれば、より確実に音源の位置を推定することが可能となる。

【0038】さらに、請求項5にかかる発明によれば、簡易な構成で第一、第二の音圧均し量を求めて音源の位置を推定することが可能となる。さらに、請求項6にかかる発明によれば、音圧均し手段の一例を提供することができる。さらに、請求項7にかかる発明によれば、より確実に音源の位置を推定することが可能となる。

【0039】さらに、請求項8にかかる発明によれば、簡易な構成で上記所定方向からの第一の周波数の音波と上記別の所定方向からの第二の周波数の音波とを共振により増幅させることにより音源の位置を推定することが可能となる。さらに、請求項9にかかる発明によれば、第一、第二の共鳴体の簡易な構成例を提供することができる。さらに、請求項10にかかる発明によれば、上記所定方向からの第一の周波数の音波と上記別の所定方向からの第二の周波数の音波とを共振により増幅させる別の具体例を提供することができる。

【0040】さらに、請求項11、請求項12にかかる発明によれば、音圧変化手段に共鳴体や反射体を利用したときの推定手段の具体例を提供することができる。さらに、請求項13にかかる発明によれば、上記所定方向からの第一の周波数の音波と上記別の所定方向からの第二の周波数の音波とを減少させることにより音源の位置を推定することが可能となる。さらに、請求項14にかかる発明によれば、音圧変化手段に吸音材を利用したときの推定手段の具体例を提供することができる。

【0041】さらに、請求項15にかかる発明によれば、音圧の変化量を用いて音源の位置を推定することが可能となる。さらに、請求項16にかかる発明によれば、音圧変化量演算手段の一例を提供することができる。さらに、請求項17にかかる発明によれば、マイクロフォンのような音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能な音源位置推定方法を提供することができる。

#### 【0042】

【発明の実施の形態】以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の第一の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示している。なお、本実施形態は、人間の話しが発せられた位置を推定するものである。同図において、本発明という音圧検出手段であるマイクロフォン10には、静電容量の変化を電圧として検出するエレクトレットマイクロフォンを使用している。マイクロフォン10の内部には、図1の上側を前側、下側を後側とした場合に、前面に設けられた入力部11の内側に薄膜状の振動板12が備えられている。そして、音圧により振動板12が振動するときに生じる静電容量の変化を電圧（音圧信号）として外部に出力するようになっている。

【0043】マイクロフォン10から出力された音圧信号は、本発明というデジタル変換手段であるA/Dコンバータ21を内蔵するマイコン20に入力される。マイコン20は、CPU22やROM23やRAM24やタイマ25も内蔵しており、ROM23に記憶されている所定のプログラムにしたがってA/Dコンバータ21に入力された音圧信号をデジタルの音圧データとして取り込み、音源の位置を推定する処理を行う。より具体的には、図2と図3に示すフローチャートにしたがって、A

／Dコンバータ21からの音圧データをFFT (Fast Fourier Transform) 演算を用いて一定の周波数帯域別にデータに変換するFFT処理や、変換されたデータを所定時間、定期的に取得し、得られたそれぞれの時系列データを加算することにより均して後述する音圧均し量を求める加算処理や、この音圧均し量から音源の位置を推定する推定処理を行う。なお、図2と図3のフローは後で詳述する。また、位置推定の結果を外部の表示回路30に出力する処理も行っている。表示回路30は、液晶パネルを備え、マイコン20からの指令を受けて、「左」、「右」、「その他」の表示を行うことができるようになっている。

【0044】なお、音圧均し量は、周波数帯域別の音圧を均したものであればよい。そこで、マイクロフォン10の出力からバンドパスフィルタ等の帯域フィルタ回路により周波数帯域別の音圧信号を作りだし、この音圧信号を平均化回路に入力して周波数帯域別に均された音圧を作成したうえで、A/Dコンバータ21を介して周波数帯域別の音圧均し量を取得してもよい。この場合、マイコン20が行うFFT処理や加算処理は不要となる。

【0045】マイクロフォン10の入力部11の前左側には、両端の開口部を所定の左前から右後方向に向けた本発明にいう第一の共鳴体である共鳴管41が略水平に設けられている。また、入力部11の前右側には、両端の開口部を所定の右前から左後方向に向けた本発明にいう第二の共鳴体である共鳴管42が略水平に設けられている。空気中の音波は進行方向に疎密な状態となった縦波であるので、共鳴管41、42は開口部方向からの特定の周波数の音波を共振させる。共鳴管41、42は両端開口であるので、共鳴管の長さをL (m)、音速をc (m/s) とすると、共振周波数の基本周波数は $c/2L$  (Hz) となる。なお、基本周波数 $c/2L$ の整数倍も共振周波数となるが、音波の共振度合いは基本周波数よりも小さくなる。

【0046】共鳴管41は、17.0cm (0.170m) の長さとしてされている。室温の場合、音速は約340m/s であるので、共鳴管41の共振周波数の基本周波数は、ほぼ、 $340/(2 \times 0.170) = 1000$

(Hz) となる。そして、共鳴管41は両端の開口部を左前から右後方向に向けているので、左前方からの周波数約1000Hzの音波を主に共振させて増幅させる。一方、共鳴管42の長さは10.0cmとされ、共振周波数の基本周波数は、ほぼ、 $340/(2 \times 0.10) = 1700$  (Hz) となる。そして、共鳴管42は両端の開口部を右前から左後方向に向けているので、右前方からの周波数約1700Hzの音波を主に共振させて増幅させる。すなわち、マイクロフォン10の入力部11に設けられて左前方からの第一の周波数である周波数約1000Hzの音波を共振させる共鳴管41は本発明にいう音圧変化手段を構成し、同入力部11に設けら

れて右前方からの第二の周波数である周波数約1700 Hzの音波を共振させる共鳴管42は本発明にいう第二音圧変化手段を構成している。

【0047】ところで、人間の話声の周波数分布は、図4に示すように、細かく変動している。しかし、音圧を均すと、図5に示すように、音圧全体の大小はあるものの変動する周波数分布は均され、一定形状となる。成人の話声の場合、周波数分布は性別に関わらず400 Hz近傍でピークを有している。ここで、音源からの音波のうち特定の周波数の成分を共振させて増幅させると、周波数分布はその特定の周波数でピークを有する。例えば、音源が左前方にある場合、共鳴管41は周波数約1000 Hzの音波を共振させて増幅させるので、図6に示すように、周波数約1000 Hzのみにピークが生じた周波数分布となる。一方、音源が右前方にある場合、今度は共鳴管42が周波数約1700 Hzの音波を共振させて増幅させるので、図7に示すように、周波数約1700 Hzのみにピークが生じた周波数分布となる。なお、音源が正面や背面にある場合、厳密には若干の回折現象が起こるものの共鳴管41、42にほとんど共振は生じないので、図5に示した周波数分布となる。

【0048】そこで、周波数約1000 Hzを含む周波数帯域の音圧を均して本発明にいう第一の音圧均し量を求め、周波数約1700 Hzを含む周波数帯域の音圧を均して本発明にいう第二の音圧均し量を求め、音圧全体の大小に影響されないように第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合を算出すると、周波数約1000 Hzの音圧変化の影響度合いと周波数約1700 Hzの音圧変化の影響度合いを知ることができる。

【0049】例えば、周波数約1000 Hzの音圧変化の影響度合いI1を、第二の音圧均し量に対する第一の音圧均し量の割合、すなわち、式 $I1 = (\text{第一の音圧均し量}) / (\text{第二の音圧均し量})$ で求められる値とする。音源がマイクロフォン10に対し左前方にある場合、周波数分布のピークは周波数約1000 Hzのみなので、第一の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合と比較して大きくなっている。ここで、共鳴管41、42がない場合の音源からの音圧（単位：10のマイナス4乗Pa）が図8の最上欄に示す値となっている場合、第一の音圧均し量は、5から15に増加している。一方、第二の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じである。すると、影響度合いI1は、共鳴管41、42がない場合と比較して大きくなる。図8の例では、共鳴管41、42がない場合、影響度合いI1は $5/3 = 1.67$ となり、共鳴管41、42がある場合、図9に示すように影響度合いI1は $15/3 = 5$ となる。

【0050】音源がマイクロフォン10に対し右前方にある場合、周波数分布のピークは周波数約1700 Hzのみなので、第一の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じである。一方、第二の音圧均し量は共

鳴管41、42がない場合と比較して大きくなっている。この場合、影響度合いI1は、共鳴管41、42がない場合と比較して小さくなる。図8の例では、共鳴管41、42がない場合の影響度合いI1は1.67に対し、共鳴管41、42がある場合、影響度合いI1は $5/9 = 0.56$ となる。音源がマイクロフォン10に対し正面や背面にある場合、周波数約1000 Hzや約1700 Hzにピークが生じないので、第一、第二の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じである。この場合は、影響度合いI1は、共鳴管41、42がない場合の1.67とほぼ同じである。

【0051】すなわち、影響度合いI1が大きくなるほど、音源は左前方にある可能性が大きくなる。したがって、影響度合いI1が所定割合よりも大きくなるとき

（または所定割合以上となるとき）、音源位置は「左前方」であると推定するようにすればよい。例えば、所定割合を2.5とすると、影響度合いI1=5となる音源が左前方にあるときのみ音源位置は「左前方」とであると推定される。なお、音源の音の強さが異なったり、音源の位置が異なったりすると、周波数分布が図5～図7の形状のまま音圧は変化する。例えば、図8の状態を基準として音源の音の強さが100倍となると、音圧はその $1/2$ 乗の10倍となるので、周波数帯域別の音圧は図10に示す値となる。すなわち、各周波数帯域の音圧がすべて10倍となっている。したがって、第一の音圧均し量に対する第二の音圧均し量の割合である影響度合いI1は図8の場合と全く同じ値となる。

【0052】また、周波数約1700 Hzの音圧変化の影響度合いI2を、第一の音圧均し量に対する第二の音圧均し量の割合、すなわち、式 $I2 = (\text{第二の音圧均し量}) / (\text{第一の音圧均し量})$ で求められる値とする。音源がマイクロフォン10に対し右前方にある場合、第二の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合と比較して大きくなっている一方で、第一の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じである。すると、影響度合いI2は、共鳴管41、42がない場合と比較して大きくなる（図8の例では、共鳴管41、42がない場合I2=0.6、共鳴管41、42がある場合I2=1.8）。

【0053】音源がマイクロフォン10に対し左前方にある場合、第二の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じである一方で、第一の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合と比較して大きくなっている。この場合、影響度合いI2は、共鳴管41、42がない場合と比較して小さくなる（図8の例では、共鳴管41、42がない場合の影響度合い0.6に対し、共鳴管41、42がある場合I2=0.2）。音源がマイクロフォン10に対し正面や背面にある場合、第一、第二の音圧均し量は共鳴管41、42がない場合とほぼ同じであるので、影響度合いI2は、共鳴管41、42がない

場合とほぼ同じである。

【0054】すなわち、影響度合い I 2 が大きくなるほど、音源は右前方にある可能性が大きくなる。したがって、影響度合い I 2 が上記所定割合とは別の所定割合よりも大きくなる時（または別の所定割合以上となる時）、音源位置は「右前方」であると推定するようにすればよい。例えば、この別の所定割合を 1.0 とすると、影響度合い I 2 = 1.8 となる音源が右前方にある時のみ音源位置は「左前方」であると推定される。

【0055】なお、影響度合い I 1, I 2 が共鳴管 41, 42 のない場合とほぼ同じとき、上述の考えでは「左前方」や「右前方」と推定されない。したがって、影響度合い I 1 が所定割合よりも小さくなく、かつ、影響度合い I 2 が別の所定割合よりも大きくないとき、音源位置は「その他」と推定するようにすればよい。

【0056】以下、上述の考えに基づいて、入力部 11 に共鳴管 41, 42 が設けられたマイクロフォン 10 にて検出された音圧から音源の位置を推定するマイコン 20 の処理を図 2 と図 3 で示したフローチャートに基づいて説明する。図 2 において、マイクロフォン 10 から入力される音圧信号は、所定時間、定期的にデジタルの音圧データとして読み込む構成となっている。まず、タイマ 25 の時刻設定や周波数帯域別に音圧データを加算する変数の初期化等の初期設定を行い（ステップ S 105）、音圧データを読み込む定期の時間となったかどうかを判断する（ステップ S 110）。なお、ステップ S 110 の代わりに、マイコン 20 のタイマ割り込み機能を利用してタイマ割り込み時にステップ S 115 以下の処理を行う構成としてもよい。読み込み時間でなければ、読み込み時間となるまでステップ S 110 の処理を繰り返し行う。

【0057】読み込み時間となると、A/D コンバータ 21 からデジタルの音圧データを読み込んでいく（ステップ S 115）。読み込む音圧データは全周波数帯域のデータであるので、この音圧データに FFT 処理を行って、共鳴管 41 の共振周波数の基本周波数を含む周波数帯域の音圧データと共鳴管 42 の共振周波数の基本周波数を含む周波数帯域の音圧データとを取得する（ステップ S 120）。例えば、FFT 処理の際にそれぞれの基本周波数のプラスマイナス 50 Hz の周波数帯域の音圧データを取得する場合には、950 ~ 1050 Hz の周波数帯域と 1650 ~ 1750 Hz の周波数帯域とのデータを取得する。なお、温度が上がるにつれ音速は大きくなり、共鳴管 41 の共振周波数も大きくなる。そこで、予めマイコン 20 の A/D コンバータ 21 に温度センサを接続しておき、この温度センサからデジタルの温度データを読み込んで取得する音圧データの周波数帯域を補正する構成としてもよい。

【0058】取得した音圧データは、周波数帯域別に加

算する（ステップ S 125）。上述の例では、950 ~ 1050 Hz の周波数帯域用の変数と 1650 ~ 1750 Hz の周波数帯域用の変数とにそれぞれ取得した音圧データを加算することになる。そして、所定時間が経過したかどうかを判断する（ステップ S 130）。所定時間が経過していない場合は、再びステップ S 110 ~ S 130 の処理を行う。

【0059】所定時間が経過した場合は、周波数帯域別に音圧データが所定時間、定期的に取得され、得られる時系列データが加算されたことになる。そこで、周波数帯域別に加算された音圧データを音圧均し量とする（ステップ S 135）。上述の例では、950 ~ 1050 Hz の周波数帯域用の変数に記憶された音圧データを第一の音圧均し量とし、1650 ~ 1750 Hz の周波数帯域用の変数に記憶された音圧データを第二の音圧均し量とする。なお、第一、第二の音圧均し量は、それぞれの周波数帯域の音圧データを均したものであればよいので、周波数帯域別に加算された音圧データをそれぞれ加算回数で除して平均値としたうえで第一、第二の音圧均し量としてもよい。

【0060】このように、音圧データから第一の周波数を含む周波数帯域のデータと第二の周波数を含む周波数帯域のデータとを所定時間、定期的に取得し、得られるそれぞれの時系列データを加算して第一、第二の音圧均し量を求めるステップ S 105 ~ S 135 の処理は、本発明にいう加算手段を構成している。また、第一の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を所定時間取得するとともに加算して第一の音圧均し量を求め、第二の周波数を含む周波数帯域の音圧信号を同所定時間取得するとともに加算して第二の音圧均し量を求めるという意味で、本発明にいう音圧均し手段が構成されている。

【0061】第一、第二の音圧均し量が求まると、これらの第一、第二の音圧均し量に基づいて音源の位置を推定する処理を行い（ステップ S 140）、本フローを終了する。この推定処理の概略を、図 3 のフローチャートに示している。同図において、まず、上述した影響度合い I 1 を、式  $I 1 = (\text{第一の音圧均し量}) / (\text{第二の音圧均し量})$  から求める（ステップ S 205）。そして、影響度合い I 1 が所定割合よりも大きいかどうかを判断する（ステップ S 210）。上述のように所定割合を 2.5 とすると、音源が左前方にある場合、図 9 で示したように影響度合い I 1 は 5 であるので、条件が成立する。この場合、音源位置を「左前方」と推定し（ステップ S 215）、表示回路 30 に「左」を表示させ（ステップ S 240）、本フローを終了する。

【0062】一方、音源が右前方や正面にある場合、影響度合い I 1 はそれぞれ 0.56、1.67 であるので、ステップ S 210 の条件は成立せず、ステップ S 220 に進んで、影響度合い I 2 を、式  $I 2 = (\text{第二の音圧均し量}) / (\text{第一の音圧均し量})$  から求める。そし

て、影響度合い  $I_2$  が上記別の所定割合よりも大きいかどうかを判断する（ステップ S 225）。上述のように別の所定割合を 1.0 とすると、音源が右前方にある場合、図 9 で示したように影響度合い  $I_2$  は 1.8 であるので、条件が成立する。この場合、音源位置を「右前方」と推定し（ステップ S 230）、表示回路 30 に「右」を表示させ（ステップ S 240）、本フローを終了する。

【0063】音源が正面または背面にある場合、影響度合い  $I_2$  は 0.6 であるので、ステップ S 225 でも条件が成立しない。この場合、音源位置を「その他」を推定し（ステップ S 235）、表示回路 30 に「その他」を表示させ（ステップ S 240）、本フローを終了する。実際には、音源が共鳴管 41、42 の開口部方向から少しずれていたり、正面から左や右に少しずれていたりすることがある。その場合、影響度合い  $I_1$ 、 $I_2$  は図 9 に示した値とはならず、それらの間の数値となる。すると、「左前方」や「右前方」と推定する音源位置の範囲は、図 11 に示すように、共鳴管 41、42 の開口部方向から拡がりをもった範囲となる。すなわち、図 3 のフローは、第一の音圧均し量と第二の音圧均し量との割合を影響度合いとして、音源の位置が所定方向かどうかを推定する本発明にいう推定手段を構成している。

【0064】上述のように、図 2 と図 3 のフローにて、人間の話声が発せられた位置を推定することができる。したがって、従来のようにマイクロフォン 10 を複数用いる必要なく、音源の位置を推定することが可能である。そして、マイクロフォン 10 にて検出された音圧を均し、均した音圧から第一の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと共鳴管 41、42 の位置関係から音源の位置を推定するマイコン 20 の行う処理は、本発明にいう音源位置推定手段を構成している。なお、上述の実施形態では、人間の話声が発せられた位置を推定しているが、音圧を均したときに一定の周波数分布を示す音源であれば、音源の位置を推定することが可能である。

【0065】ところで、図 3 のフローでは、影響度合いとして  $I_1$  と  $I_2$  の二種類の変数を設けたが、影響度合い  $I_2$  は影響度合い  $I_1$  の逆数であるので、影響度合い  $I_2$  を求めず、影響度合い  $I_1$  のみを使用する構成としてもよい。むしろ、影響度合い  $I_2$  のみを使用する構成とすることも可能である。また、影響度合い  $I_1$ 、 $I_2$  を別の式から算出する構成としてもよい。図 12 は、第二の実施形態にかかる音源位置推定装置が行う推定処理の概略をフローチャートにより示している。なお、本実施形態では、第一、第二の音圧均し量の他に、400 Hz を中心周波数とする 350～450 Hz の周波数帯域の音圧データを所定時間、定期的に加算した第三の音圧均し量を用いている。すなわち、図 8 の例で示したように、第三の音圧均し量は共鳴管 41、42 による音圧変

化の影響を受けない値となる。そこで、第三の音圧均し量を影響度合い  $I_1$ 、 $I_2$  の算出に利用している。

【0066】図 12 において、影響度合い  $I_1$  を、式  $I_1 = (\text{第一の音圧均し量}) / (\text{第三の音圧均し量})$  から求める（ステップ S 305）。そして、影響度合い  $I_1$  が所定割合よりも大きいかどうかを判断する（ステップ S 310）。ここで、図 8 の例に示した音圧均し量から、影響度合い  $I_1$  は図 13 に示す値となる。音源が左前方にあるとき、影響度合い  $I_1$  は、 $15/6 = 2.5$  となる。音源が右前方や正面にあるとき、影響度合い  $I_1$  は、 $5/6 = 0.83$  となる。そこで、本実施形態では所定割合を 1.5 と設定している。音源が左前方にある場合、図 13 に示すように影響度合い  $I_1$  は 2.5 であるので、条件が成立する。この場合、音源位置を「左前方」と推定し（ステップ S 315）、表示回路 30 に「左」を表示させ（ステップ S 340）、本フローを終了する。

【0067】ステップ S 310 で条件不成立の場合、影響度合い  $I_2$  を、式  $I_2 = (\text{第二の音圧均し量}) / (\text{第三の音圧均し量})$  から求める（ステップ S 320）。そして、影響度合い  $I_2$  が別の所定割合よりも大きいかどうかを判断する（ステップ S 325）。ここで、音源が右前方にあるとき、影響度合い  $I_2$  は  $9/6 = 1.5$  となり、音源が左前方や正面にあるとき、影響度合い  $I_2$  は  $3/6 = 0.5$  となる。そこで、別の所定割合を 1.0 と設定している。音源が右前方にある場合、図 13 に示すように影響度合い  $I_2$  は 1.5 であるので、条件が成立する。この場合、音源位置を「右前方」と推定し（ステップ S 330）、表示回路 30 に「右」を表示させ（ステップ S 340）、本フローを終了する。

【0068】ステップ S 325 で条件不成立の場合、音源位置を「その他」を推定し（ステップ S 335）、表示回路 30 に「その他」を表示させ（ステップ S 340）、本フローを終了する。このように、図 12 のフローによっても、人間の話声が発せられた位置を推定することが可能である。

【0069】なお、上述の第一、第二の実施形態では、二種類の共鳴管 41、42 を用いて音源の位置が「左前方」であるか「右前方」であるか「その他」であるかを推定しているが、共鳴管の数を増やせば音源の位置をよりきめ細やかに推定することができる。一方、共鳴管を一つしか用いなくても、音源の位置が「開口部方向」であるか「その他」であるかを推定することが可能である。

【0070】例えば、共鳴管 42 を用いずに共鳴管 41 のみを使用する場合、第二の音圧均し量を 1650～1750 Hz の周波数帯域の音圧データから求めてもよいし、これ以外の周波数帯域の音圧データから求めてもよい。また、全周波数帯域の音圧データから求めてもよい。この場合、第二の音圧均し量には周波数 1000 Hz

z の音圧変化の影響を受けることになるが、第一の音圧均し量と比べて同音圧変化の影響は少ない。そこで、影響度合い I 1 を、式  $I 1 = (\text{第一の音圧均し量}) / (\text{第二の音圧均し量})$  から算出することができ、音源の位置を推定することができる。なお、音源の位置を上述のように左前方か右前方かそれ以外かの二次元的な位置として大雑把に推定するのも一例にすぎない。例えば、共鳴管の一つの開口部方向を後方向とすると、後方向にある音源を後方向を推定することができるので、360度すべての方向の音源の位置を推定することが可能である。また、共鳴管の一つの開口部方向を上方向や下方向とすれば、上方向や下方向にある音源の位置を推定することができるので、上下方向も含めて三次元的に音源の位置を大雑把に推定することが可能である。以下の実施形態においても同様のことが言えるが、第一、第二の実施形態と同じく音源の位置が左前方か右前方かそれ以外かを推定する装置を例に挙げて説明している。

【0071】ところで、共鳴管 41、42 を用いなくても音源の位置を推定することは可能である。例えば、共鳴管 41、42 の代わりに、共振周波数を有する弦、棒、円形膜、円盤等を使用することが可能である。この他、マイクロフォンの入力部との間で共振現象を引き起こす部材を設けてもよい。図 14 は、そのような部材を用いた第三の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示している。同図において、マイクロフォン 110 には、電磁誘導を利用するダイナミックマイクロフォンを使用している。マイクロフォン 110 の前面は、水平断面において半円状の曲面とされた入力部 111 となっている。この入力部 111 の内側に、入力部 111 の形状に合わせて曲面とされた振動板 112 が設けられている。そして、音圧により振動板 112 が振動するときに生じる起電力を電圧（音圧信号）としてマイコン 120 に出力するようになっている。

【0072】マイクロフォン 110 の入力部 111 の左側には、入力部 111 からの距離が 8.5 cm となるように曲面形状とされた本発明にいう第一の反射体である反射板 141 が設けられている。また、入力部 111 の右側には、入力部 111 からの距離が 5.0 cm となるように曲面形状とされた本発明にいう第二の反射体である反射板 142 が設けられている。ここで、反射板 141、142 は金属製であり、音波を効率よく反射させる。なお、左前方からの音波が反射板 142 で反射して入力部 111 に入射したり右前方からの音波が反射板 141 で反射して入力部 111 に入射したりしないように、入力部 111 の正面に、左右を仕切るように前後方向に配置された遮蔽板 143 も設けられている。

【0073】ここで、左前方からの音波が入力部 111 に入射する際、音波の一部は反射して反射板 141 に向かって進む。そして、この音波は反射板 141 で反射して入力部 111 に向かって進む。すなわち、一部の音波

は、反射板 141 と入力部 111 との間で繰り返し反射させられ、共振させられる。反射板 141 と入力部 111 との間の距離は 8.5 cm であるので、共振周波数の基本周波数は、ほぼ、 $340 / (2 * 0.085) = 2000$  (Hz) となる。一方、右前方からの音波が入力部 111 に入射する際、音波の一部は反射して反射板 142 に向かって進む。上述と同様の作用で、一部の音波は、反射板 142 と入力部 111 との間で繰り返し反射させられ、共振させられる。反射板 142 と入力部 111 との間の距離は 5.0 cm であるので、共振周波数の基本周波数は、ほぼ、 $340 / (2 * 0.050) = 3400$  (Hz) となる。すると、音源が左前方にある場合、周波数約 2000 Hz のみにピークが生じた周波数分布となる。一方、音源が右前方にある場合、周波数約 3400 Hz のみにピークが生じた周波数分布となる。したがって、図 2 と図 3 のフローを利用して音源の位置を推定することが可能である。

【0074】さらに、特定の周波数の音波を共振させて増幅させなくても、音源の位置を推定することは可能である。図 15 は、第四の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示している。同図において、マイクロフォン 210 は、図 1 と同様のエレクトレットマイクロフォンを使用している。マイクロフォン 210 の入力部 211 の前方左側には、本発明にいう第一の吸音材 241 が略水平に設けられている。また、入力部 211 の前方右側には、本発明にいう第二の吸音材 242 が略水平に設けられている。なお、第一の吸音材 241 は、所定方向からの音波のうち周波数約 1000 Hz の成分を中心として選択的に吸収するように空隙を形成された多孔質樹脂である。一方、第二の吸音材 242 は、別の所定方向からの音波のうち周波数約 1700 Hz の成分を中心として選択的に吸収するように空隙を形成された多孔質樹脂である。

【0075】ここで、音波が左前方から来ると、周波数約 1000 Hz を中心とした成分が第一の吸音材 241 にて吸収される。すなわち、図 16 に示すように、左前方からの音波は周波数約 1000 Hz を中心とした成分が少なくなって入力部 211 に入射する。一方、音波が右前方から来ると、周波数約 1700 Hz を中心とした成分が第二の吸音材 242 にて吸収される。すなわち、右前方からの音波は周波数約 1700 Hz を中心とした成分が少なくなって入力部 211 に入射する。

【0076】そこで、周波数約 1000 Hz を含む周波数帯域の音圧を均して第一の音圧均し量を求め、周波数約 1700 Hz を含む周波数帯域の音圧を均して第二の音圧均し量を求めると、周波数約 1000 Hz の音圧変化の影響度合い I 1 と周波数約 1700 Hz の音圧変化の影響度合い I 2 を知ることができる。その際、影響度合い I 1、I 2 は第一の実施形態とは逆の傾向を示す。

すなわち、音源が左前方にある場合は影響度合い I 1 は

小さい値となり、音源が右前方にある場合には影響度合い I 2 が小さい値となる。この場合の推定処理は、図 3 に示したフローのうち、ステップ S 210、S 225 を修正することにより行うことができる。ステップ S 210 では所定割合よりも小さいかどうかを判断すればよく、ステップ S 225 では別の所定割合よりも小さいかどうかを判断すればよい。すると、音源の位置を推定することが可能である。

【0077】ところで、マイクロフォン 10 にて検出した音圧を均す際、音圧の変化を求めるように均してもよい。音源位置推定装置を図 1 のように構成すると、周波数約 1000 Hz の成分の音波は、音源が左前方にあるときのみ共鳴管 41 にて共振させられて増幅させられる。音波が発せられてから周波数約 1000 Hz の音圧の立ち上がりをみた場合、このときの音圧の変化は、均されると、図 17 に示すように音源が左前方にあるときには右前方や正面にあるときと比べて大きくなっている。また、周波数約 1700 Hz の成分の音波は、音源が右前方にあるときのみ共鳴管 42 にて共振させられて増幅させられるので、均された周波数約 1700 Hz の音圧の変化は、音源が右前方にあるときには左前方や正面にあるときと比べて大きくなっている。そこで、音圧の均された変化を検出すれば、音源の位置を推定することが可能である。

【0078】図 18 は、第五の実施形態にかかる音源位置推定装置が行う処理の概略をフローチャートにより示している。なお、概略構成は図 1 と同様である。また、本フローは、周波数帯域別の音圧の時系列データから時間に対する音圧データの近似式から音圧の変化を求めるようにしている。図 18 において、まず、タイマ 25 の時刻設定や周波数帯域別に音圧データを取得する変数の初期化等の初期設定を行い（ステップ S 405）、音圧データを読み込む定期の時間となったかどうかを判断する（ステップ S 410）。読み込み時間でなければ、読み込み時間となるまでステップ S 110 の処理を繰り返す。読み込み時間となると、本発明にいうデジタル変換手段である A/D コンバータ 21 からデジタルの音圧データを読み込んでいき（ステップ S 415）、この音圧データに FFT 処理を行って、共鳴管 41 の共振周波数の基本周波数約 1000 Hz を含む周波数帯域 950 ~ 1050 Hz の音圧データと共鳴管 42 の共振周波数の基本周波数約 1700 Hz を含む周波数帯域 1650 ~ 1750 Hz の音圧データとを取得する（ステップ S 420）。

【0079】そして、近似式を求めるために必要な所定データ数取得したかどうかを判断する（ステップ S 425）。所定データ数を取得していなければ、再びステップ S 410 ~ S 425 の処理を行う。所定データ数を取得した場合は、周波数帯域別に近似式を求める（ステップ S 430）。本実施形態では、最小自乗法により、時

間の一次式を求めている。この一次式の時間項の係数は傾き成分であるので、この係数を周波数帯域別の第一、第二の音圧変化量とする（ステップ S 435）。すなわち、デジタルの音圧データから第一、第二の周波数を含む周波数帯域のデータを取得し、得られたそれぞれの時系列データから近似式を作成して第一、第二の音圧変化量を求めるステップ S 405 ~ S 435 の処理は、本発明にいう変化量算出手段を構成している。また、A/D コンバータ 21 にてマイクロフォン 10 からの音圧信号をデジタルの音圧データに変換するとともにステップ S 405 ~ S 435 の処理を行うマイコン 20 は、本発明にいう音圧変化量演算手段を構成している。

【0080】そして、第一、第二の音圧変化量に基づいて音源の位置を推定する処理を行う（ステップ S 440）。音源位置を推定した後は、終了条件が成立していなければ、さらにステップ S 410 ~ S 440 の処理を行い、音圧の時系列データを蓄積して音源位置の推定処理を継続する（ステップ S 445）。終了条件が成立した場合は、本フローを終了する。ここで、終了条件は、所定時間経過したかどうかの条件であってもよいし、装置に取り付けられた終了ボタンが押されたかどうかの条件であってもよい。

【0081】ステップ S 440 の推定処理は、図 3 に示したフローのうち、ステップ S 205、S 220 を修正することにより行うことができる。ステップ S 205 では影響度合い I 1 を式  $I 1 = (\text{第一の音圧変化量}) / (\text{第二の音圧変化量})$  から求めればよく、ステップ S 220 では影響度合い I 2 を式  $I 2 = (\text{第二の音圧変化量}) / (\text{第一の音圧変化量})$  から求めればよい。また、所定割合、別の所定割合は、実施場所に応じて適宜決定すればよい。すると、音源が左前方にある場合に影響度合い I 1 は大きい値となり、音源が右前方にある場合に影響度合い I 2 が大きい値となる。すなわち、この推定処理は、本発明にいう別の意味での推定手段を構成している。このように、周波数帯域別に均された音圧変化を用いて音源の位置を推定することが可能である。

【0082】以上説明したように、本実施形態の音源位置推定装置は、マイクロフォンにて検出された音圧を均し、均した音圧から共鳴管等の音圧変化手段による特定の周波数の音圧変化の影響度合いを求め、この影響度合いと同音圧変化手段の位置関係から音源の位置を推定する。したがって、マイクロフォンのような音圧検出手段を複数用いる必要なく音源の位置を推定することが可能な音源位置推定装置および音源位置推定方法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示す構成図である。

【図 2】第一の実施形態にかかる音源位置推定装置が行う処理の概略を示すフローチャートである。

【図3】第一、第二の音圧均し量に基づいて音源の位置を推定する処理の概略を示すフローチャートである。

【図4】人間の話声の周波数分布の変化を示す図である。

【図5】音圧を均したときの人間の話声の周波数分布を示す図である。

【図6】音源が左前方にある場合に音圧を均したときの人間の話声の周波数分布を示す図である。

【図7】音源が右前方にある場合に音圧を均したときの人間の話声の周波数分布を示す図である。

【図8】音源の位置に対する周波数帯域別の音圧の関係の例を示す表形式の図である。

【図9】音源の位置に対する影響度合いの関係を示す表形式の図である。

【図10】音源の位置に対する周波数帯域別の音圧の関係の別の例を示す表形式の図である。

【図11】音源位置の範囲を示す模式図である。

【図12】第二の実施形態にかかる音源位置推定装置が行う推定処理の概略を示すフローチャートである。

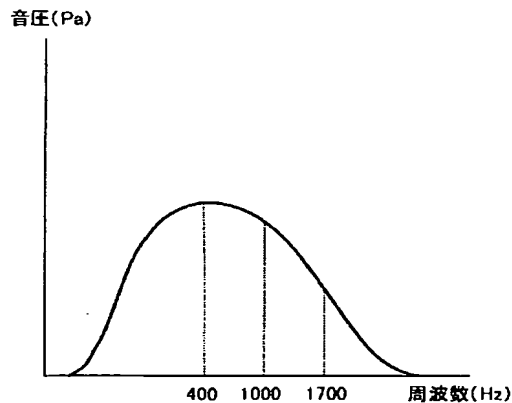
【図13】音源の位置に対する影響度合いの関係を示す表形式の図である。

【図14】第三の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示す構成図である。

【図15】第四の実施形態にかかる音源位置推定装置の概略構成を示す構成図である。

【図16】音源が左前方にある場合に音圧を均したとき

【図5】



【図13】

	影響度合い1	影響度合い2
音源が正面の場合	0.83	0.5
音源が左前方の場合	2.5	0.5
音源が右前方の場合	0.83	1.5

の人間の話声の周波数分布を示す図である。

【図17】音波が発せられてからの立ち上がりを均したときの音圧の時間変化を示す図である。

【図18】第五の実施形態にかかる音源位置推定装置が行う処理の概略を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10…マイクロフォン

11…入力部

12…振動板

10 20…マイコン

21…A/Dコンバータ

22…CPU

23…ROM

24…RAM

25…タイマ

30…表示回路

41, 42…共鳴管

110…マイクロフォン

111…入力部

20 112…振動板

120…マイコン

141, 142…反射板

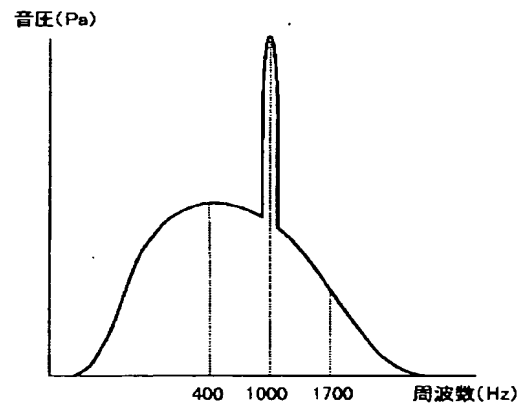
143…遮蔽板

210…マイクロフォン

211…入力部

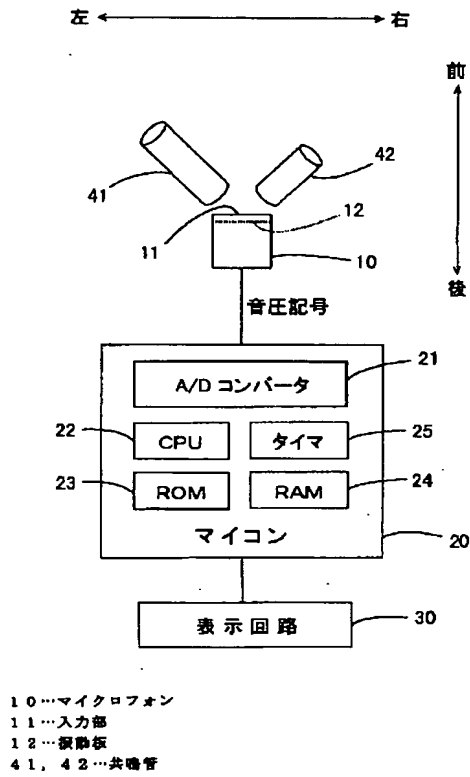
241, 242…吸音材

【図6】

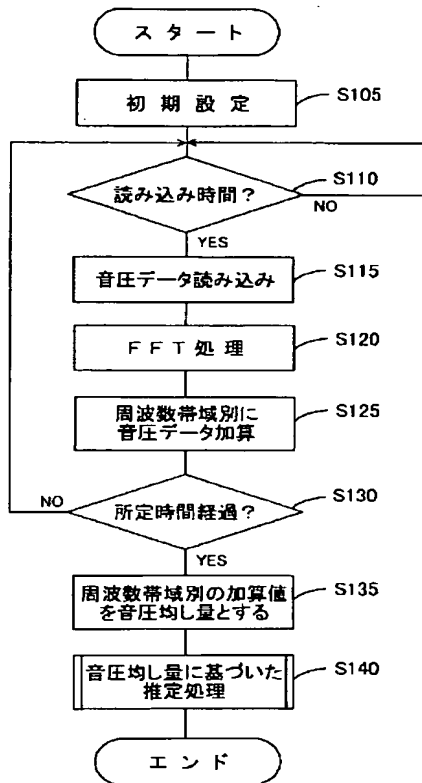




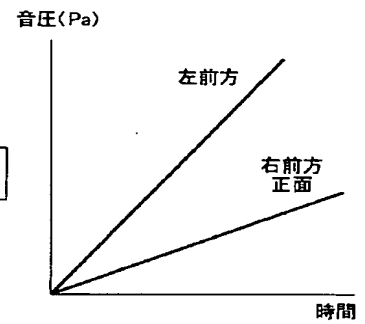
【図 1】



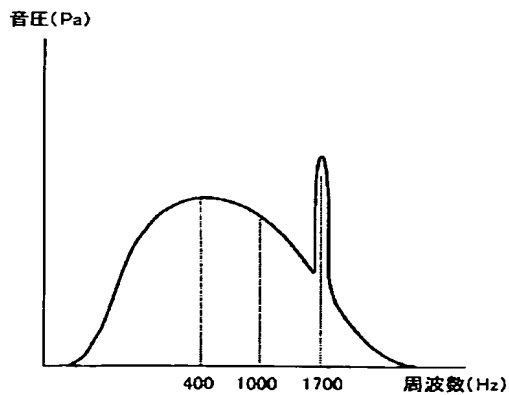
【図 2】



【図 17】



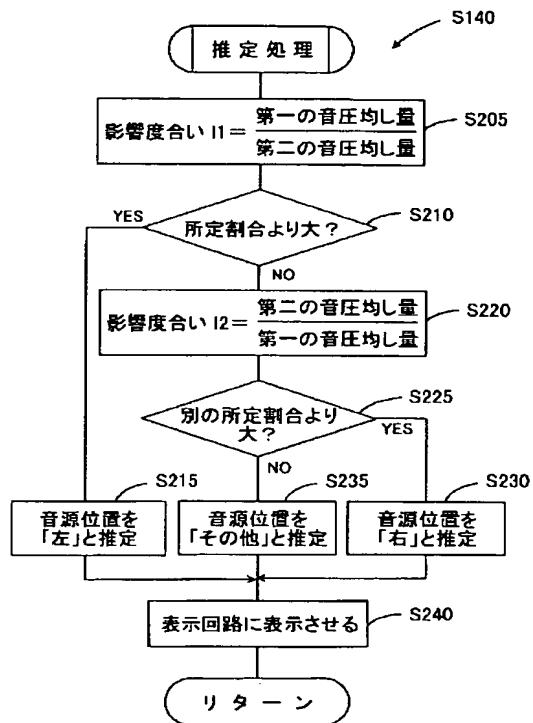
【図 7】



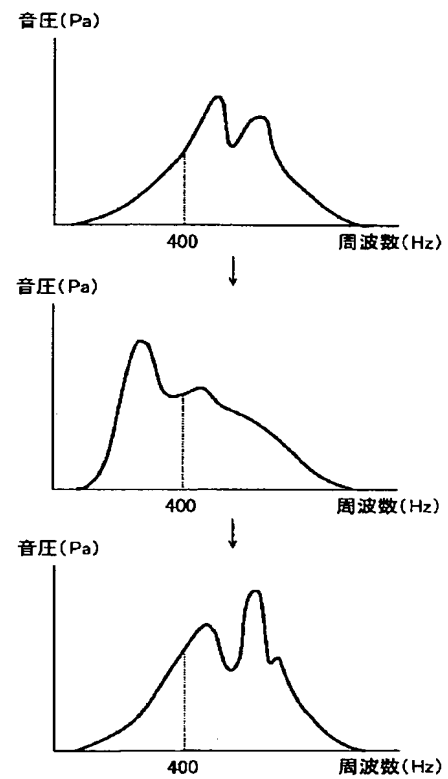
【図 9】

	影響度合い1	影響度合い2
音源が正面の場合	1.67	0.6
音源が左前方の場合	5	0.2
音源が右前方の場合	0.56	1.8

【図 3】



【図 4】



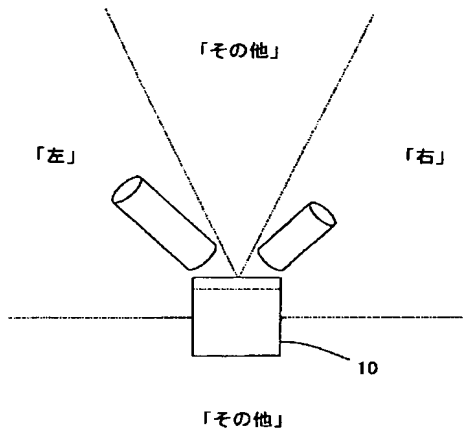
【図 8】

		$\times 10^{-4} \text{ Pa}$		
		350~450Hz (中心値 400Hz)	950~1050Hz (中心値 1000Hz)	1650~1750Hz (中心値 1700Hz)
共鳴管あり	共鳴管なしの場合	6	5	3
	音源が正面の場合	6	5	3
	音源が左前方の場合	6	15	3
	音源が右前方の場合	6	5	9

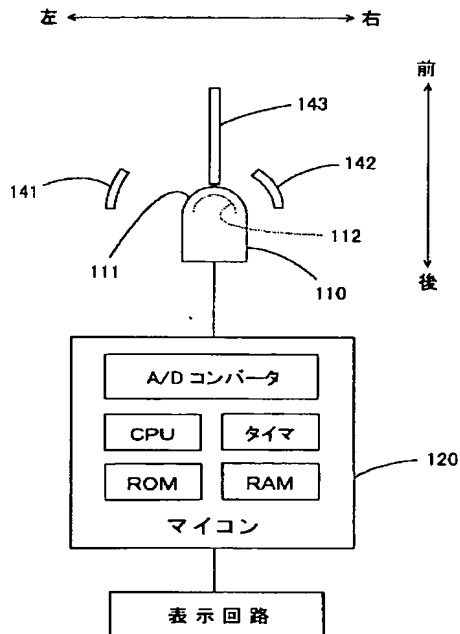
【図 10】

		$\times 10^{-4} \text{ Pa}$		
		350~450Hz (中心値 400Hz)	950~1050Hz (中心値 1000Hz)	1650~1750Hz (中心値 1700Hz)
共鳴管あり	共鳴管なしの場合	60	50	30
	音源が正面の場合	60	50	30
	音源が左前方の場合	60	150	30
	音源が右前方の場合	60	50	90

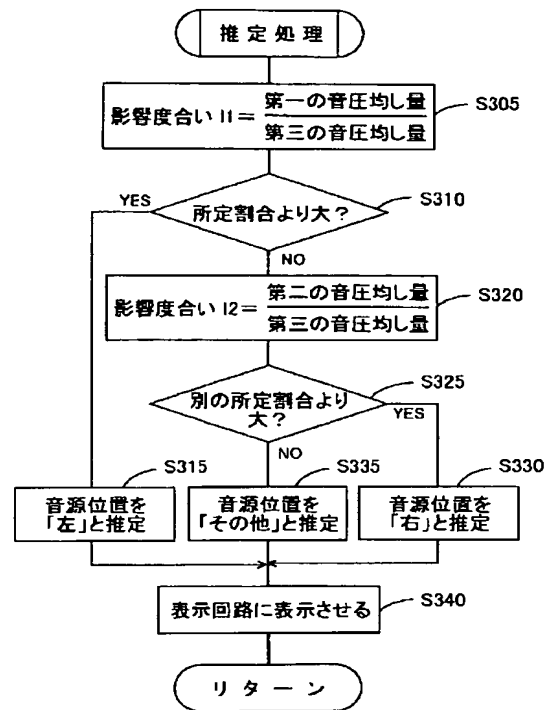
【図 11】



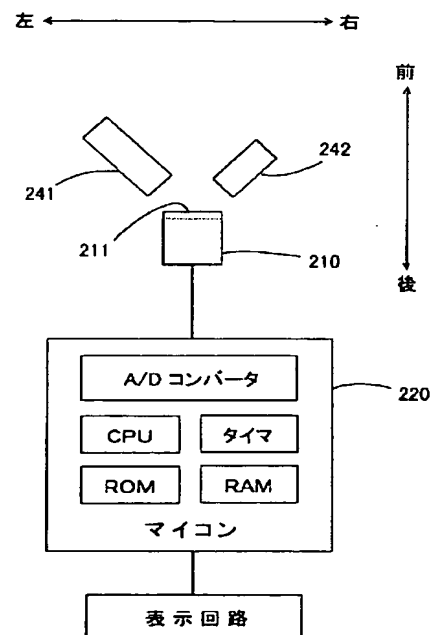
【図 14】



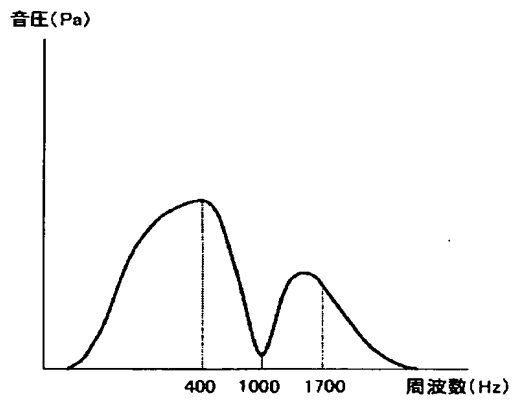
【図 12】



【図 15】



【図 16】



【図 18】

